

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2001年 3月 5日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2001-060641

出 願 人  
Applicant(s):

株式会社リコー

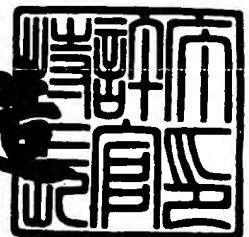


CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 7月27日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 0008945

【提出日】 平成13年 3月 5日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 26/10

【発明の名称】 光走査レンズ、光走査装置および画像形成装置

【請求項の数】 7

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

【氏名】 須原 浩之

【特許出願人】

【識別番号】 000006747

【氏名又は名称】 株式会社リコー

【代表者】 桜井 正光

【代理人】

【識別番号】 100088856

【弁理士】

【氏名又は名称】 石橋 佳之夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 017695

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9810198

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光走査レンズ、光走査装置および画像形成装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光偏向器により偏向される光束を被走査面近傍に集光させる走査結像光学系に用いられる光走査レンズであって、

レンズの光束が通過する領域内で、曲面の曲率分布変動量の最大値を  $\Delta C$  としたとき、

$$\Delta C \leq 2 \times w^2 / \{ (n-1) \times \lambda \times S'^2 \}$$

ただし、 $w$  : 被走査面でのビームスポット半径

$n$  : レンズの屈折率

$\lambda$  : 光源波長

$S'$  : 走査結像光学系の後側主点から像面までの距離

であることを特徴とする光走査レンズ。

【請求項 2】 光偏向器により偏向される光束を被走査面近傍に集光させる走査結像光学系に用いられる光走査レンズであって、

レンズの光束が通過する領域内で、曲面の主走査方向の曲率分布変動量の最大値を  $\Delta C$  としたとき、

$$\Delta C \leq 2 \times w^2 / \{ (n-1) \times \lambda \times F^2 \}$$

ただし、 $w$  : 被走査面でのビームスポット半径

$n$  : レンズの屈折率

$\lambda$  : 光源波長

$F$  : 走査結像光学系の、主走査方向の全系の焦点距離

であることを特徴とする光走査レンズ。

【請求項 3】 光偏向器により偏向される光束を被走査面近傍に集光させる走査結像光学系に用いられる光走査レンズであって、

レンズの光束が通過する領域内で、曲面の曲率分布変動量の最大値を  $\Delta C$  としたとき、

$$0.2 / K \leq \Delta C \times (n-1) \times \lambda \times (S' / w)^2 \leq 2$$

ただし、K：光偏向器から像面までの光学素子の面数

w：被走査面でのビームスポット半径

n：レンズの屈折率

$\lambda$ ：光源波長

S'：走査結像光学系の後側主点から像面までの距離

であることを特徴とする光走査レンズ。

【請求項4】 光偏向器により偏向される光束を被走査面近傍に集光させる走査結像光学系に用いられる光走査レンズであって、

レンズの光束が通過する領域内で、曲面の主走査方向の平均曲率を  $q(x)$ 、 $q(x)$  の10次以下の近似曲線を  $q_0(x)$  としたとき、

$$q_{PV} \times (n-1) \times \lambda \times (F/wd)^2 \leq 1$$

ただし、wd：主走査方向の被走査面でのビームスポット直径

n：レンズの屈折率

$\lambda$ ：光源波長

F：走査結像光学系の、主走査方向の全系の焦点距離

$$q_{PV} = \max \{ q(x) - q_0(x) \} \\ - \min \{ q(x) - q_0(x) \}$$

であることを特徴とする光走査レンズ。

【請求項5】 光偏向器により偏向される光束を被走査面近傍に集光させる走査結像光学系に用いられる光走査レンズであって、レンズの光束が通過する領域内で、曲面の平均曲率を  $q(x)$ 、 $q(x)$  の10次以下の近似曲線を  $q_0(x)$  としたとき、

$$0.1/K \leq q_{PV} \times (n-1) \times \lambda \times (S'/wd)^2 \leq 1$$

ただし、wd：被走査面でのビームスポット直径

n：レンズの屈折率

$\lambda$ ：光源波長

S'：走査結像光学系の後側主点から像面までの距離

$$q_{PV} = \max \{ q(x) - q_0(x) \} \\ - \min \{ q(x) - q_0(x) \}$$

であることを特徴とする光走査レンズ。

【請求項 6】 光源からの光束を、偏向反射面を持つ光偏向器により等角速度的に偏向させ、偏向光束を光走査レンズにより被走査面上に光スポットとして集光し、この光スポットによって上記被走査面を等速度的に光走査する光走査装置において、請求項 1～5 のいずれかに記載の光走査レンズを搭載していることを特徴とする光走査装置。

【請求項 7】 請求項 6 記載の光走査装置を有する画像形成装置であって、被走査面は感光体からなり、被走査面が上記光走査装置によって光走査されることにより、被走査面に静電潜像が形成されることを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、レーザープリンタ、レーザーファクシミリ、デジタル複写機などに用いられる光走査レンズ、光走査装置および画像形成装置に関するもので、レンズの素材としてプラスチックレンズを用いても、高い光学性能を得ることができるものである。

【0002】

【従来の技術】

レーザープリンタ、レーザーファクシミリ、デジタル複写機などは、低コスト化、コンパクト化、高性能化が厳しく要求され、これに伴って、それらに用いられる光走査光学系の低コスト化、コンパクト化、高性能化が進んでいる。光走査光学系を低コスト化、コンパクト化、高性能化するには、光走査レンズを非球面化してレンズ枚数を減らすことが有効であり、レンズを非球面化するためにはプラスチックレンズの導入が効果的である。

【0003】

プラスチックレンズは、成形金型を使って一体成形されるのが一般的であるが、成形面には部分的にうねりが生じる。うねりのあるプラスチックレンズを用いて光走査し、画像を形成すると、被走査面上においてビームウエスト位置が変動し、うねりに対応する部分に副走査方向の黒筋が発生することがある。特に、高

解像度化、高濃度諧調化が進んだ光走査装置や画像形成装置においては、レンズ面の上記うねりに起因する黒筋が目立ちやすい。

#### 【0004】

図5、図6は上記レンズ面のうねりに起因してビームウエスト位置が変動する様子を示している。うねり振幅量は数nmから数 $\mu$ mのオーダーであり、ビームウエスト位置変動は0.1mmから1ミリメートル程度である。図5では、うねりおよびビームウエスト位置変動が誇張して描かれている。図5において、レーザー光源10から射出された拡散光束はカップリングレンズ12によって集束され、アパーチャ14を通ることによって断面形状が整形され、さらにシリンダリカルレンズ16によって副走査方向（図5において紙面に垂直なy方向）にのみ集束されて光偏向器20の偏向反射面近傍に主走査方向（図5においてx方向）に長い線像が結ばれるようになっている。なお、シリンダリカルレンズ16と光偏向器20との間には、シリンダリカルレンズ16からの光束を曲げて光偏向器20に導くミラー18が配置されている。

#### 【0005】

光偏向器20の偏向反射面に入射した上記光束は、光偏向器20が回転駆動されることにより、その偏向反射面で等角速度的に偏向される。この偏向光束は光走査レンズ30を通ることによって、被走査面40上に光スポットとして集束されるとともに被走査面40上において等速度的にx方向に走査される。被走査面40上での走査範囲をWで示している。

#### 【0006】

前述のように、光走査レンズ面にうねりがあると、ビームプロファイルすなわちビーム強度分布に影響を及ぼし、それが出力画像の黒筋として現れるといった問題がある。図5では、レンズ30の面のうねりを符号31で誇張して示し、このうねり31に起因する被走査面40上でのビームウエスト位置変動を符号41で誇張して示している。レンズ30の面のうねり31があるということは、レンズ30の面に凹凸が生じているのと同じであるため、被走査面40におけるビームウエスト位置が上記凹凸に対応する部分において符号41で示す線のように変動することになる。ビームウエスト位置が変動すると、図6に示すように、被走

査面 4 0 を中心にして光スポットの中心位置が前後に振れ、被走査面 4 0 でのビーム太りの原因となる。

## 【 0 0 0 7 】

## 【発明が解決しようとする課題】

上記のようなビームウエスト位置変動とこれに起因する被走査面 4 0 上でのビーム太りを抑制するためには、レンズ面うねりの P V を抑えることにより達成することができるが、そのためには、レンズ成形金型をナノメートルオーダーで制御しながら加工する必要があるとともに、成形時および計測時も高精度の制御が要求され、要求精度を満たすには限界がある。

## 【 0 0 0 8 】

図 7 にうねりの空間周波数  $f$  に対する許容振幅量の関係を示す。図 7 に示されているように、長さ数百 mm 程度、高さ数十 mm 程度のレンズ形状の加工に対する要求精度は、最も厳しい条件 (1) では数ナノメートルという高精度になる。これに伴い、計測に対する要求精度はさらに高くなり、サブナノメートルという超高精度が要求される。さらに、うねりの周波数にも依存するため周波数毎に精度を管理しなければならない。図 7 では、(1) から (4) までの 4 点を管理する例を示している。しかしながら、このような超高精度の要求を満たすには、従来の技術では限界がある。

## 【 0 0 0 9 】

一方、このような要求精度上の問題とともに、その評価方法に関しても検討の余地がある。レンズ面のうねりを評価する方法として、従来から  $x$ 、 $y$ 、 $z$  の三次元座標で表し、これを評価しているが、超高精度の要求に見合った評価を行なうことは困難であった。

本発明は以上のような従来技術の問題点を解消するためになされたもので、曲率分布という全く新しい管理項目を設定することにより、レンズ面のうねりに伴うビームウエスト位置変動を抑えることができる光走査レンズ、ビーム太りのない光走査装置、および劣化のない良好な画像を得ることができる画像形成装置を提供することを目的とする。

## 【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 記載の発明は、光偏向器により偏向される光束を被走査面近傍に集光させる走査結像光学系に用いられる光走査レンズであって、

レンズの光束が通過する領域内で、曲面の曲率分布変動量の最大値を  $\Delta C$  としたとき、

$$\Delta C \leq 2 \times w^2 / \{ (n-1) \times \lambda \times S'^2 \}$$

ただし、 $w$  : 被走査面でのビームスポット半径

$n$  : レンズの屈折率

$\lambda$  : 光源波長

$S'$  : 走査結像光学系の後側主点から像面までの距離

であることを特徴とする。

【0 0 1 1】

請求項 2 記載の発明は、光偏向器により偏向される光束を被走査面近傍に集光させる走査結像光学系に用いられる光走査レンズであって、

レンズの光束が通過する領域内で、曲面の主走査方向の曲率分布変動量の最大値を  $\Delta C$  としたとき、

$$\Delta C \leq 2 \times w^2 / \{ (n-1) \times \lambda \times F^2 \}$$

ただし、 $w$  : 被走査面でのビームスポット半径

$n$  : レンズの屈折率

$\lambda$  : 光源波長

$F$  : 走査結像光学系の、主走査方向の全系の焦点距離

であることを特徴とする。

【0 0 1 2】

請求項 3 記載の発明は、光偏向器により偏向される光束を被走査面近傍に集光させる走査結像光学系に用いられる光走査レンズであって、

レンズの光束が通過する領域内で、曲面の曲率分布変動量の最大値を  $\Delta C$  としたとき、

$$0.2 / K \leq \Delta C \times (n-1) \times \lambda \times (S' / w)^2 \leq 2$$

ただし、 $K$  : 光偏向器から像面までの光学素子の面数



w : 被走査面でのビームスポット半径

n : レンズの屈折率

$\lambda$  : 光源波長

S' : 走査結像光学系の後側主点から像面までの距離

であることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

請求項 4 記載の発明は、光偏向器により偏向される光束を被走査面近傍に集光させる走査結像光学系に用いられる光走査レンズであって、

レンズの光束が通過する領域内で、曲面の主走査方向の平均曲率を  $q(x)$ 、 $q(x)$  の 10 次以下の近似曲線を  $q_0(x)$  としたとき、

$$q_{PV} \times (n-1) \times \lambda \times (F/wd)^2 \leq 1$$

ただし、wd : 主走査方向の被走査面でのビームスポット直径

n : レンズの屈折率

$\lambda$  : 光源波長

F : 走査結像光学系の、主走査方向の全系の焦点距離

$$q_{PV} = \max \{ q(x) - q_0(x) \} \\ - \min \{ q(x) - q_0(x) \}$$

であることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

請求項 5 記載の発明は、光偏向器により偏向される光束を被走査面近傍に集光させる走査結像光学系に用いられる光走査レンズであって、レンズの光束が通過する領域内で、曲面の平均曲率を  $q(x)$ 、 $q(x)$  の 10 次以下の近似曲線を  $q_0(x)$  としたとき、

$$0.1/K \leq q_{PV} \times (n-1) \times \lambda \times (S'/wd)^2 \leq 1$$

ただし、wd : 被走査面でのビームスポット直径

n : レンズの屈折率

$\lambda$  : 光源波長

S' : 走査結像光学系の後側主点から像面までの距離

$$q_{PV} = \max \{ q(x) - q_0(x) \}$$

$$- \min \{ q(x) - q_0(x) \}$$

であることを特徴とする。

#### 【0015】

請求項6記載の発明は、光源からの光束を、偏向反射面を持つ光偏向器により等角速度的に偏向させ、偏向光束を光走査レンズにより被走査面上に光スポットとして集光し、この光スポットによって上記被走査面を等速度的に光走査する光走査装置において、請求項1～5のいずれかに記載の光走査レンズを搭載していることを特徴とする。

#### 【0016】

請求項7記載の発明は、請求項6記載の光走査装置を有する画像形成装置であって、被走査面は感光体からなり、被走査面が上記光走査装置によって光走査されることにより、被走査面に静電潜像が形成されることを特徴とする。

#### 【0017】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら本発明にかかる光走査レンズ、光走査装置および画像形成装置の実施の形態について説明する。

既に説明したことからもわかるとおり、光走査レンズの、光束が通過する領域内に生じている僅かなうねりの振幅量が、被走査面近傍におけるビームウエスト位置変動をもたらす理由は、上記うねりによる影響でレンズ曲面の曲率変動し、その結果、レンズの焦点距離が局所的に変動を起こすことが原因である。

#### 【0018】

図5に示す凸面形状の光走査レンズのモデルでは、うねりが凹レンズとして働く部分は、その部分の曲率が緩くなり、焦点距離が長くなる。逆に、うねりが凸レンズとして働く部分では、その部分の曲率がきつくなり、焦点距離が短くなる。これを従来方式では、面の座標として、間接的に管理しようとしていたため、レンズ面は超高精度に仕上げられていることが要求された。

#### 【0019】

しかし、レンズ面の曲率分布は光学性能に直接影響を与えるため、曲率分布の観点からこれを管理することによってビームウエスト位置変動を抑えることがで

きるはずであり、その方が加工的にも計測的にも管理が容易である。すなわち、光走査レンズの光束が通過する領域内における曲率分布の変動量を、許容範囲内に抑えることで、ビームスポット位置変動によるビーム径太り、さらには出力画像の劣化を抑えることができることを見出した。

## 【 0 0 2 0 】

一般に、 $z = z(x, y)$  が連続曲面形状であるとき、点  $(x, y)$  での  $x$  方向の曲率  $C_x(x, y)$  および曲率半径  $R_x(x, y)$  は、以下の式で表される。

$$C_x(x, y) = \frac{1}{R_x(x, y)} = \frac{\partial^2 z / \partial x^2}{\{1 + (\partial z / \partial x)^2\}^{3/2}}$$

同様に、 $y$  方向の曲率  $C_y(x, y)$  および曲率半径  $R_y(x, y)$  は、以下の公式で表される。

$$C_y(x, y) = \frac{1}{R_y(x, y)} = \frac{\partial^2 z / \partial y^2}{\{1 + (\partial z / \partial y)^2\}^{3/2}}$$

以下は、説明の簡略化のため形状  $z(x)$  と曲率  $C(x)$  との関係として

$$C(x) = \frac{1}{R(x)} = \frac{z''(x)}{\{1 + z'(x)^2\}^{3/2}}$$

を用いて説明するが、 $y$  方向に対しても成立することは自明である。

## 【 0 0 2 1 】

なお、以下の説明において曲率分布  $\Delta C(x)$  とは、実際の被検物の曲率  $C(x)$  が理想的な曲率状態とすると、この理想的な曲率状態との差のことをいうものとする。従って、実際の被検物が理想的な状態で仕上がっていれば、形状が球面・非球面にかかわらず、 $\Delta C(x) = 0$  である。また、 $\Delta C(x) < > 0$  であるなら、被検物がうねりを生じていることを意味する。

## 【 0 0 2 2 】

いま、図 1、図 2 に示すように、光偏向器と像面との間の光学素子すなわち光

走査レンズ 30 の焦点距離を  $f$ 、光走査レンズ 30 の光束が通過する領域内における面のうねりを曲率分布  $\Delta C(x)$  と考え、 $\Delta C(x)$  の最大値を  $\Delta C$  とする。

うねりによってレンズ 30 に平凸レンズが付加されたと考えると、うねりに伴うレンズ 30 の焦点距離  $f_a$  は、

$$\begin{aligned} 1/f_a &= (n-1) (1/\Delta r) \\ &= (n-1) \Delta C \end{aligned}$$

となる。ただし、 $n$  : 光学素子の屈折率

#### 【0023】

うねりに伴うレンズ 30 の焦点距離変動  $\Delta f$  は、近似的に

$$\Delta f \doteq f^2 / f_a = f^2 (n-1) \Delta C \quad (1)$$

の関係が成立する。

ビームウエスト半径  $w_0$  から  $z$  離れた位置でのビーム半径  $w(z)$  は以下の式で表される。

$$w^2(z) = w_0^2 \{1 + (\lambda z / \pi w_0^2)^2\}$$

ただし、 $\lambda$  : 光源波長

$w(z) = (1 + \alpha) w_0$  とおけば、

$$z = (\sqrt{(\alpha^2 + 2\alpha)} \times \pi) w_0^2 / \lambda$$

ビーム径変動の許容値は 20% 以下とみなすことができるので、

$$\alpha = 0.2$$

$$z \leq 2 w_0^2 / \lambda \quad (2)$$

となる。

#### 【0024】

主走査方向は、光偏向器による偏向方向と略平行光であるため、焦点距離変動  $\doteq$  ビームウエスト位置変動とみなすことができる。

すなわち  $z = \Delta f$  と見なしてよい。 $w$  を被走査面でのビームスポット半径、より具体的には、最大強度の  $1/e^2$  をスレッショルドレベルとしたときの径とすると、ビームウエスト位置は、設計思想上被走査面近傍にあるので、 $w = w_0$  とみなすことができる。主走査方向の焦点距離を  $F (= f)$  として、(1)、(2

) より

$$\Delta C \leq 2 \times w^2 / \{ (n-1) \times \lambda \times F^2 \} \quad (3)$$

ただし、 $w$  : 被走査面でのビームスポット半径

$n$  : レンズの屈折率

$\lambda$  : 光源波長

$F$  : 走査結像光学系の、主走査方向の全系の焦点距離

となる。この条件を満足する  $\Delta C$  であれば、この光走査レンズを用いた光走査装置および画像形成装置によって良好な出力画像を得ることができる。

#### 【0025】

副走査方向あるいは光偏向器による偏向方向に対して非平行な光学系は、光偏向器の偏向反射面と像面とが略共役な関係にあるので、結像倍率を考慮する必要がある。

図1に示すように、 $z = \Delta S'$  (結像位置変動) とみなしてよい。近軸結像公式 ( $1/S' = 1/S + 1/f$ ) を用いると、以下のようなになる。

$$\Delta C \leq 2 \times w^2 / \{ (n-1) \times \lambda \times S'^2 \}$$

ただし、 $S'$  : 走査結像光学系の後側主点から像面までの距離

となる。この条件を満足する  $\Delta C$  であれば、この光走査レンズを用いた光走査装置および画像形成装置によって良好な出力画像を得ることができる。

#### 【0026】

また、実使用上、望ましくは以下の範囲とする。

$$0.2/K \leq \Delta C \times (n-1) \times \lambda \times (S'/w)^2 \leq 2$$

下限  $0.2/K$  を下回ると、光学性能上ほとんど誤差とみなすことができる。

また、測定による誤差が無視できなくなるだけでなく、成形に要する時間、冷却時間が長くなり、コストアップの要因となりうる。

ここで  $K$  は光学素子面数である。光学素子面が増えれば、それだけ相互作用が生じた場合にビームが太ることは自明である。従って、1面あたりの品質は高くなければならない。例えば、レンズ1枚の場合、 $K=2$ 、レンズ2枚の場合  $K=4$  となる。

#### 【0027】

特に、主走査方向は、光偏向器による片後面と略平行光であるため、

$$0.2/K \leq \Delta C \times (n-1) \times \lambda \times (f/w)^2 \leq 2$$

となり、この条件を満足する $\Delta C$ であれば、この光走査レンズを用いた光走査装置および画像形成装置によって良好な出力画像かつ実使用上望ましいレンズを提供することができる。

#### 【0028】

次に、いくつかの実施例を挙げる。

##### 実施例 1

$\lambda = 650 \text{ nm}$ 、レンズ 2 枚 ( $K=4$ )、ビーム直径： $27 \mu\text{m}$  ( $w=13.5 \mu\text{m}$ )、 $f=225.3 \text{ mm}$ 、 $n=1.52398$ の光学系の場合、主走査方向の $\Delta C$ は、

$$\Delta C \leq 2.1084 \text{ E} - 05$$

がビームスポット位置変動を抑制する必要条件であり、

$$\Delta C \geq 5.2709 \text{ E} - 07$$

が十分条件となる。

#### 【0029】

##### 実施例 2

$\lambda = 780 \text{ nm}$ 、レンズ 2 枚 ( $K=4$ )、ビーム直径： $65 \mu\text{m}$  ( $w=32.5 \mu\text{m}$ )、 $f=185.4 \text{ mm}$ 、 $n=1.52398$ の光学系の場合、主走査方向の $\Delta C$ は、

$$\Delta C \leq 1.8535 \text{ E} - 04$$

がビームスポット位置変動を抑制する必要条件であり、

$$\Delta C \leq 4.6338 \text{ E} - 06$$

が十分条件となる。

#### 【0030】

##### 実施例 3

$\lambda = 780 \text{ nm}$ 、レンズ 1 枚 ( $K=2$ )、ビーム直径： $90 \mu\text{m}$  ( $w=45 \mu\text{m}$ )、 $S'=121.9$ 、 $n=1.52398$ の光学系の場合、

$$\Delta C \leq 6.6687 \text{ E} - 04$$

がビームスポット位置変動を抑制する必要条件であり、

$$\Delta C \geq 3.3343 \times 10^{-5}$$

が十分条件となる。

【0031】

なお、空間的に高周波の面粗さがあると曲率が大きく変化してしまい、 $\Delta C$ が大きくなるが、焦点距離変動には大きな影響を与えない。従って0.05mm以上の範囲でスムージングあるいは平均化処理を行い、異常値を除くとよい。

【0032】

上述のようにレンズ面の粗さに伴う曲率の異常値を考えると、平均曲率に着目するのがより現実的である。

平均曲率  $q(x)$  を算出する場合、曲率  $C(x)$  の結果から算出する一般的な方法

$$q(x) = \frac{1}{b} \int_{x-b/2}^{x+b/2} C(x) dx$$

もよいが、計測方法を考慮した場合、曲面の一次微分値  $z'(x)$  から直接  $q(x)$  を求める以下の方法がより有効である。

$$q(x) = \frac{1}{b} \left[ \frac{z'(x+b/2)}{\sqrt{1+z'(x+b/2)^2}} - \frac{z'(x-b/2)}{\sqrt{1+z'(x-b/2)^2}} \right]$$

$$\Delta q(x) = q(x) - q_0(x)$$

$$q_{PV} = \max(\Delta q(x)) - \min(\Delta q(x))$$

とおく。

ただし、 $q_0(x)$  :  $q(x)$  の10次以下の多項式近似曲線

$q_0(x)$  は、非球面といった設計形状を差し引くためのものである。なお、球面の場合、設計上曲率は一定であるので、近似曲線の処理は不要になる。

$\Delta q(x)$  : 平均曲率変動量

$\max(\Delta q(x))$  :  $\Delta q(x)$  の最大値

$\min(\Delta q(x))$  :  $\Delta q(x)$  の最小値

平均を算出する幅**b**の値は、光学素子面でのビーム光束直径相当あるいはそれ以下が望ましい。これにより、 $q\_PV$ は、ビーム光束としての曲率変動量に相当することになる。よって、(3)式で $\Delta C = q\_PV / 2$ 、 $w = w_d / 2$ とおきかえて、

$$q\_PV \times (n-1) \times \lambda \times (S' / w_d)^2 \leq 1$$

ただし、 $w_d$ ：被走査面でのビームスポット直径  
が、良好な出力画像を得るためのレンズの条件および評価方法といえる。

### 【0033】

同様に主走査方向は、光偏向器から略平行光であるため、焦点距離≡ビームウェスト位置変動とみなすことができる。

$$PV \times (n-1) \times \lambda \times (f / w_d)^2 \leq 1$$

また、実使用上、望ましくは以下の範囲とする。

$$0.1 / K \leq q\_PV \times (n-1) \times \lambda \times (S' / w_d)^2 \leq 1$$

なお、曲面形状 $z(x)$ 、曲率 $c(x)$ および平均曲率 $q(x)$ と、 $\Delta C$ 及び $q\_PV$ の関係を図2に示す。

### 【0034】

図4に曲率分布測定方式の原理図を示す。レーザー光源51から射出されたレーザー光は、光学ユニット52を通過して、被検物である光走査レンズ30に照射され、その反射光を受光素子53で検出するようになっている。受光素子53としては、ポジションセンサやCCD、あるいは分割フォトダイオードなどが用いられる。受光素子53上に生じたビーム強度を解析して重心を求めることにより、ビームの中心位置 $x_i$ を算出する。

### 【0035】

簡単化するために、 $(x, z)$ 平面での被検物面の形状を $z(x)$ とし、傾斜角分布を $\theta(x)$ とする。

被検物のビーム照射位置と受光素子53上の検出面との距離を $L_1$ 、入射ビームと受光素子53上の検出面を通過する反射ビームとの距離を $x_i$ とすると、

$$\tan(2\theta(x)) = x_i / L_1 \quad (11)$$

$$2\theta(x) = \arctan(x_i / L_1) \quad (12)$$



$$\theta(x) = 0.5 * \arctan(x_i / L_1) \quad (13)$$

となり、傾斜角  $\theta(x)$  を測定することができる。傾斜角  $\theta(x)$  より  $z(x)$  の一次微分値  $z'(x)$  は、以下の式で算出できる。

$$z'(x) = \tan(\theta(x)) \quad (14)$$

## 【0036】

被検物である光走査レンズ30の面の曲率分布を測定するため光走査レンズ30をx方向に移動させる。この移動に伴ってレンズ30の面による反射角度が変動し、受光素子53での受光位置が変動するので、反射光線位置の移動に追従させて受光素子53を移動x方向にさせ、受光素子53の所定位置でレンズ30からの反射光を受光できるようにする。これにより、レンズ30面のx方向の傾斜角分布を測定することができる。

## 【0037】

被検物面の移動に伴い、 $L_1$ が変化する場合は、あらかじめわかっている設計値で補正してもよいし、 $L_1$ が一定になるように被検物面をz軸方向に相対的に移動させてもよい。

同様にy方向にも走査させることにより、xy面内での曲面の傾斜角分布を測定することができる。

受光素子もxy方向に走査させ、反射光の位置( $x_i$ 、 $y_i$ )を測定することにより、被検物面内の2軸方向に対して、それぞれ独立した傾斜角分布 $\theta_x(x, y)$ 、 $\theta_y(x, y)$ を測定することができる。AC(アナモフィック)面のように被検物面の曲率が2軸で異なる場合は特に有効である。

なお、レンズ面の傾斜角度が0度に近いと、光源51と受光素子53が重なり合うので、ハーフミラーなどで、光路を分離するとよい。

## 【0038】

図3は、本発明にかかる光走査レンズを適用することができる光走査装置の実施形態を概略的に示している。外観上は図5について説明した従来の光走査装置と変わりが無いので、同じ構成部分には共通の符号を付した。図3において、「光源」である半導体レーザー10から放射された発散性の光束は、カップリングレンズ12により以後の光学系に適した光束形態(「平行光束」等)に変換され

、アパーチャ 1 4 の開口を通過して「ビーム整形」され、シリンダレンズ 1 6 により副走査方向に集束されつつミラー 1 8 により反射され、「光偏向器」である回転多面鏡 2 0 の偏向反射面近傍に主走査方向に長い線像として結像する。

#### 【 0 0 3 9 】

偏向反射面により反射された光束は、回転多面鏡 2 0 の等速回転に伴い等角速度的に偏向されつつ「走査結像光学系」を構成する光走査レンズ 3 0 に入射し、同レンズ 3 0 の作用により被走査面（実体的には「光導電性の感光体の感光面」等）4 0 の近傍に集光され、被走査面 4 0 上に光スポットを形成する。この光スポットにより被走査面 4 0 が主走査方向に走査される。被走査面 4 0 の実体は、ドラム状あるいはベルト状、その他適宜の形状をした感光体で、その感光面が副走査方向（図 3 において紙面に直交する方向）へ送られながら上記主走査方向の光走査が繰り返されることにより、観光面に書込みが行われ、静電潜像が形成される。上記光スポットによる主走査は、光走査レンズ 3 0 からなる走査結像光学系の等速化特性の作用により等速度的に行なわれる。

#### 【 0 0 4 0 】

図 3 に示す実施の形態においては、光走査レンズ 3 0 自体が走査結像光学系を構成している。走査結像光学系が複数の光学素子、すなわち、複数枚のレンズやレンズと凹面鏡の組み合わせ等で構成される場合には、その中に 1 枚もしくは複数枚の光走査用レンズを含めることができる。

光走査用レンズ 3 0 はプラスチック材料の成形あるいは硝材で形成されたものである。

光走査用レンズ 3 0 に代えて、同様の光学的機能を持った反射鏡であってもよい。

#### 【 0 0 4 1 】

前記実施例に係る光走査レンズを用いた光走査装置を複写機、ファクシミリ、プリンターなどの画像形成装置に適用すれば、画像劣化が抑制された高画質の画像を得ることができる。すなわち、上記光走査装置による被走査面を感光体の表面とし、均一に帯電された感光体表面を、前述のように光スポットで走査することによって、被走査面である感光体表面に静電潜像を形成する。この静電潜像を

周知の現像、転写、定着、感光体表面のクリーニング、というような電子写真プロセスを実行する。上記転写工程と定着工程を経ることにより、転写紙に画像を形成することができる。なお、このような画像形成装置の原理は周知であるから、図示は省略する。

## 【 0 0 4 2 】

## 【発明の効果】

請求項 1 および 3 記載の発明によれば、光走査レンズの加工行程あるいは成形工程によって発生する面うねりを、許容範囲内に抑えたレンズを製作することができるため、光学性能を満足する光学系を構成することができる。

## 【 0 0 4 3 】

請求項 2 記載の発明によれば、光走査レンズの加工行程あるいは成形工程によって発生する面うねりを、許容内に抑えたレンズを製作することができるため、光学性能を満足する光学系を構成することができる。

請求項 2 記載の発明は、入射光が平行であっても非平行であっても、どちらに対しても対応可能であるが、平行の場合は、焦点距離変動＝ビームスポット位置変動となり、走査光学系の主走査方向は略平行光であるため、さらに有効である。

## 【 0 0 4 4 】

請求項 4 および 5 記載の発明によれば、測定方法を考慮した評価項目として、平均曲率を用いることにより、面のうねりに伴うビームウエスト位置変動を抑えたレンズを製作することができるため、光学性能を満足する光学系を構成することができる。

## 【 0 0 4 5 】

請求項 6 記載の発明によれば、請求項 1 ～ 5 に記載されている光走査レンズのいずれかを用いてよる光走査装置を構成することにより、ビーム径太りに伴う、出力画像の劣化を起こすことなく、信頼性の高い光走査装置を構成することができる。

## 【 0 0 4 6 】

請求項 7 記載の発明によれば、ビーム径太りに伴う、出力画像の劣化を起こし

にくい光走査装置を用いて画像形成装置を構成しているので、画像劣化が抑制された高画質の画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明にかかる光走査装置の実施の形態を副走査対応方向から示す側面図である。

【図 2】

上記光走査装置に用いられる光走査レンズの、曲面形状、曲率、平均曲率、曲面の曲率分布変動量の最大値および曲面のうねりの振幅の関係を示すグラフである。

【図 3】

本発明にかかる光走査装置の実施の形態を主走査対応方向から示す側面図である。

【図 4】

本発明にかかる光走査レンズ曲面の、曲率分布変動量の計測装置の例を示す概念図である。

【図 5】

従来の上記光走査装置の例と、この光走査装置に用いられる光走査レンズのうねりと被走査面におけるビームウエスト位置変動の概念を示す平面図である。

【図 6】

上記従来の光走査装置におけるビーム太りの様子を示すグラフである。

【図 7】

光走査レンズ曲面のうねりの空間周波数と許容振幅量との関係を示すグラフである。

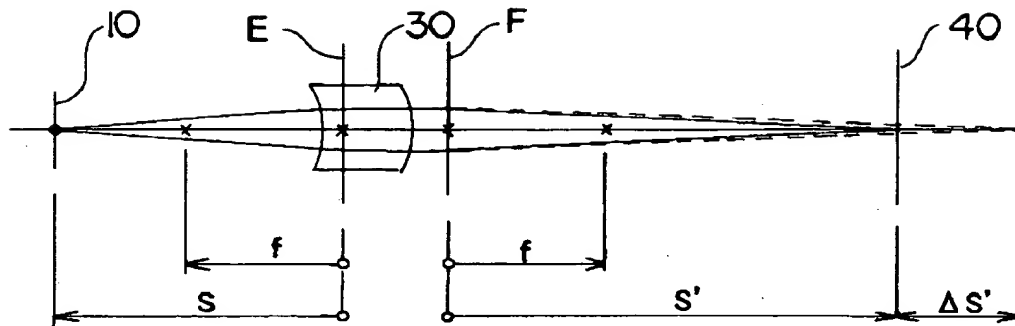
【符号の説明】

- 1 0 レーザー光源
- 2 0 光偏向器
- 3 0 光走査レンズ
- 4 0 被走査面

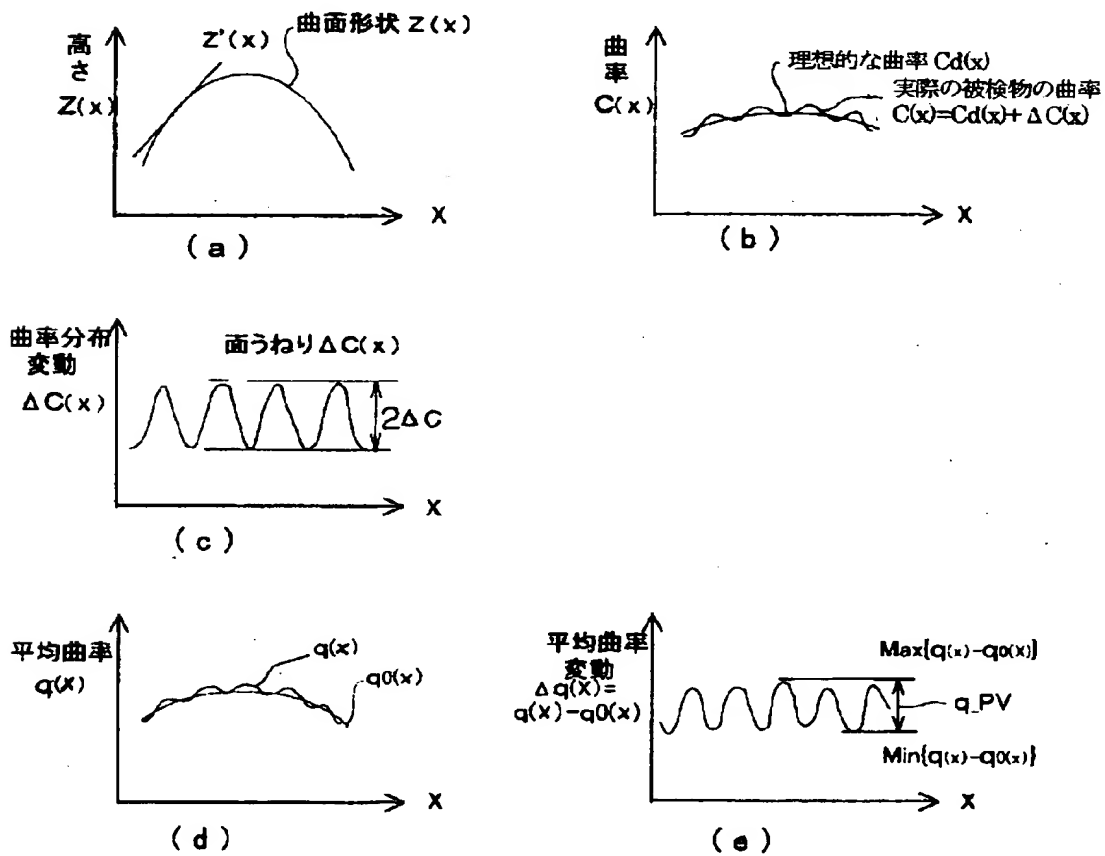
特 2 0 0 1 - 0 6 0 6 4 1

【書類名】 図面

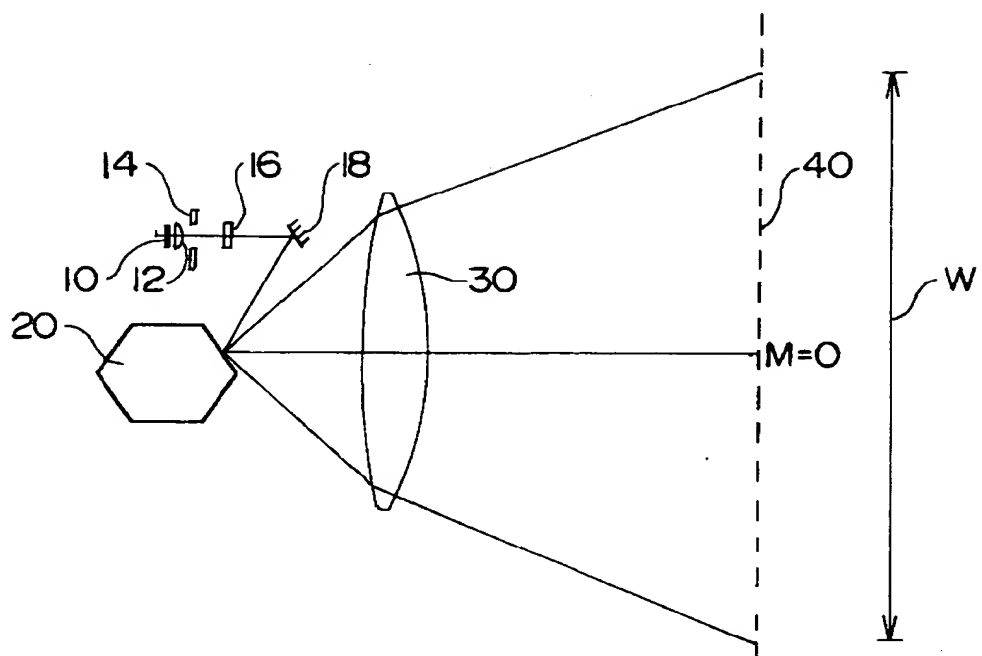
【図 1】



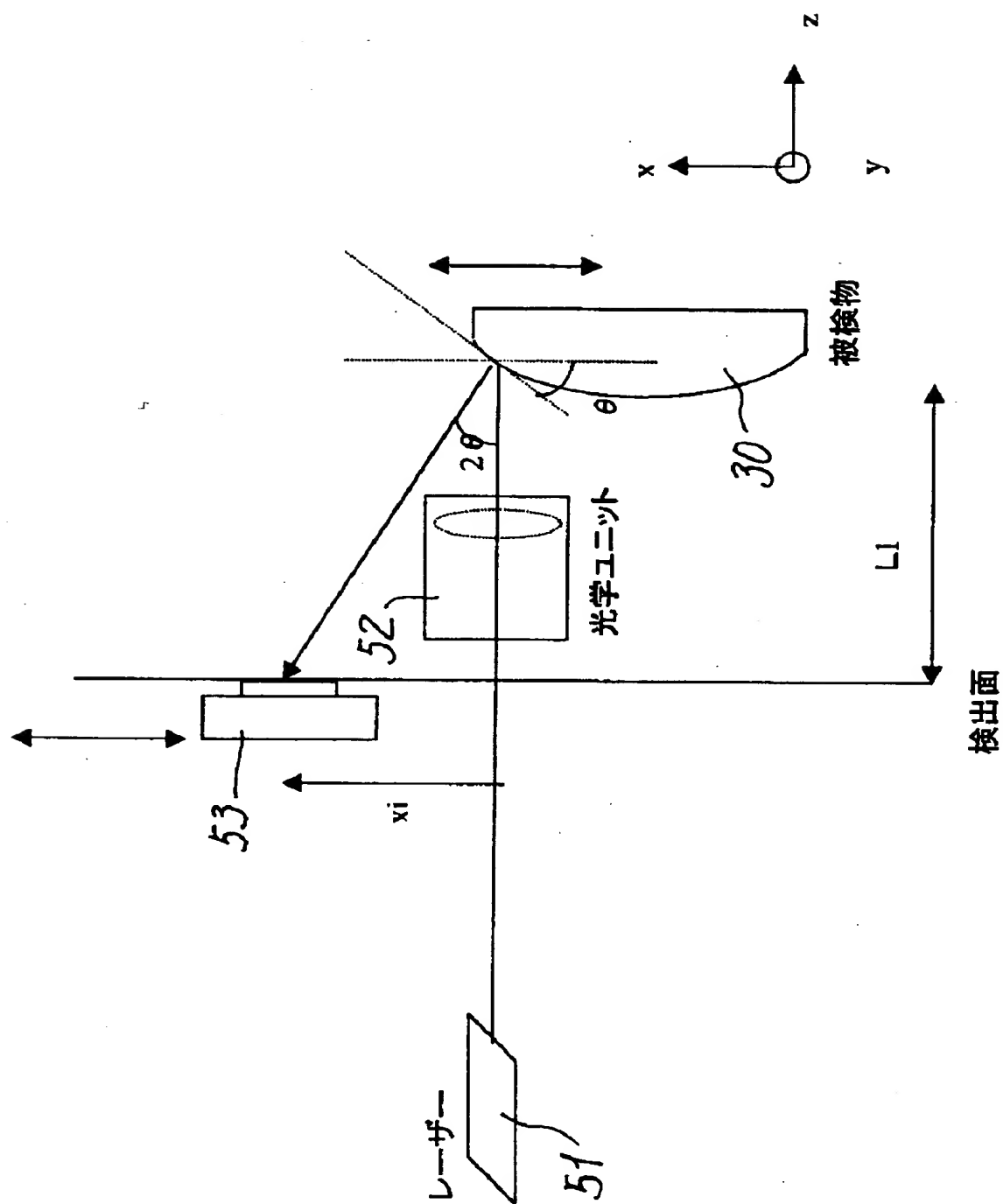
【図 2】



【図 3】

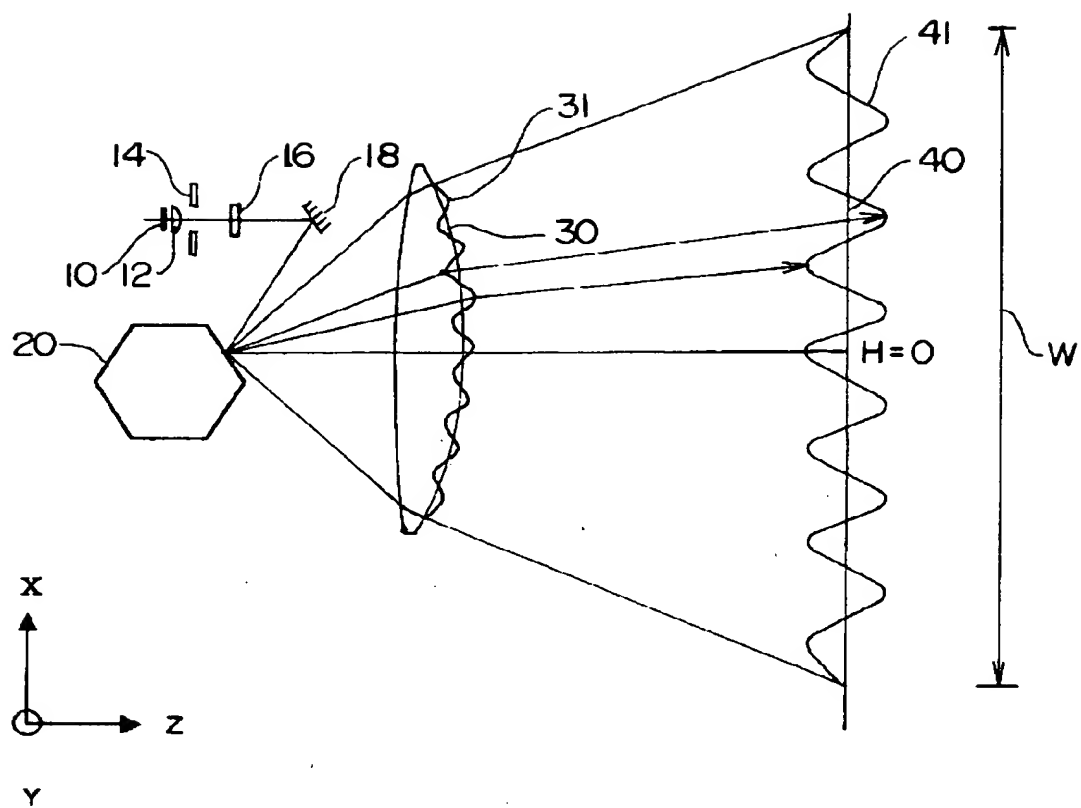


【図4】

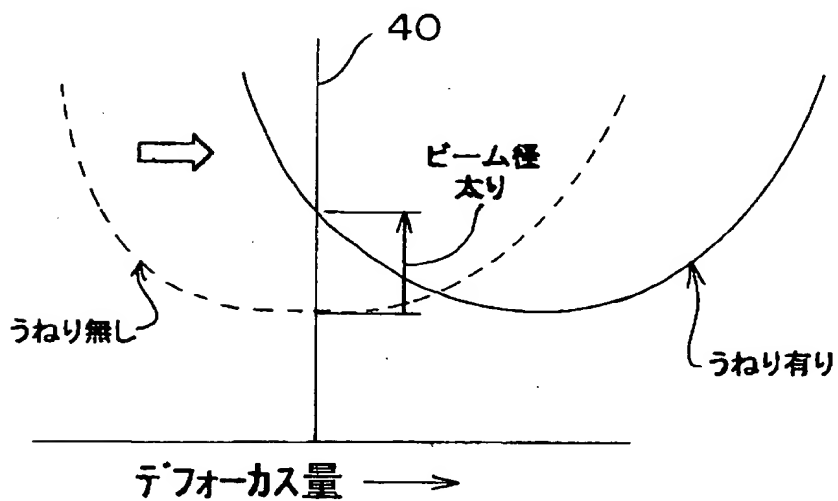




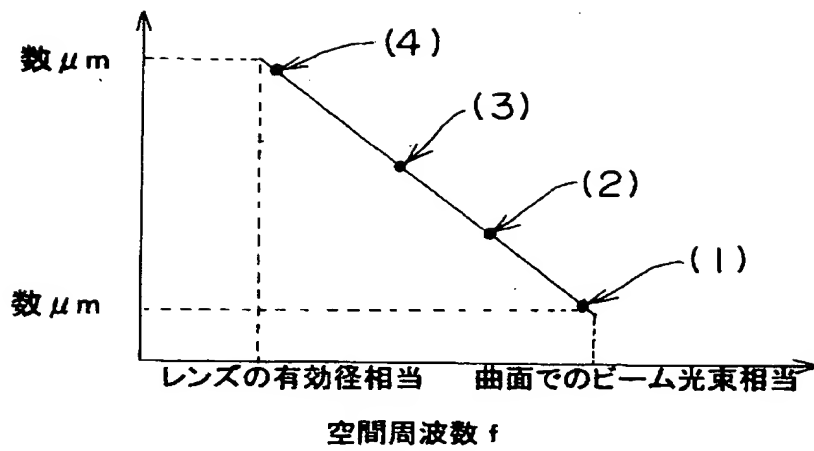
【図5】



【図6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 曲率分布という管理項目を設定することにより、レンズ面のうねりに伴うビームウエスト位置変動を抑えることができる光走査レンズ、ビーム太りのない光走査装置、劣化のない良好な画像を得ることができる画像形成装置を得る。

【解決手段】 レンズの光束が通過する領域内で、曲面の曲率分布変動量の最大値を $\Delta C$ としたとき、

$$\Delta C \leq 2 \times w^2 / \{ (n - 1) \times \lambda \times S'^2 \}$$

ただし、 $w$ ：被走査面でのビームスポット半径

$n$ ：レンズの屈折率

$\lambda$ ：光源波長

$S'$ ：走査結像光学系の後側主点から像面までの距離

であることを特徴とする。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006747]

1. 変更年月日	1990年 8月24日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区中馬込1丁目3番6号
氏 名	株式会社リコー